

Title	廃棄物処分場における難透水性最終覆土システムの健全性維持に関する研究(Abstract_要旨)
Author(s)	竹崎, 聡
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2018-05-23
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.k21284
Right	学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は2019-04-01に公開
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	none

京都大学	博士（地球環境学）	氏名	竹崎 聡
論文題目	廃棄物処分場における難透水性最終覆土システムの健全性維持に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、覆蓋型廃棄物処分場が周辺環境に及ぼす影響に着目し、その解決に有効な対策の提案と設計手法の確立を目的としている。廃棄物最終処分場は、1976年より底面遮水工の設置を義務付けた衛生埋立に移行しているが、周辺住民の反対運動等の影響もあり、新規立地は困難な状況となっている。そのため、1990年代に埋立地を建物で覆う「覆蓋型廃棄物処分場」が提案され、良好な景観が確保されることから導入が進んでおり、今後も同処分場が担う役割は大きいと考えられる。一方、処分場廃止後の建物撤去を考慮し、同処分場では最終覆土部に遮水工を併設することが省令により要求されているが、長期にわたって低透水性が維持されるかは明確でない。そこで本研究では、遮水工がおかれる状態を考慮しながら、低透水性維持に関する問題点を指摘し、その改善を「排水工」ならびに「補強工」により果たすことを提案するとともに、それらの効果的な設計手法を実験結果等より導いている。ここで、排水工には難透水層への水圧の負荷を低減する機能が、補強工には不同沈下による難透水層の変形を抑制する機能がそれぞれ期待される。本論文では、より合理的な設計法を確立するため、「排水工」については周辺土層からの土粒子流亡量を包含した透水性予測に基づく長期的な排水能力の低下量の把握を、「補強工」については不同沈下部周辺の垂直荷重分布を考慮した沈下量の定量予測を、それぞれ研究対象とした。論文は6章からなっており、以下に各章の内容を説明する。</p> <p>第1章は序論であり、本研究の背景、及び難透水性最終覆土システムの導入の必要性を述べている。処分場の最終覆土部に設置される遮水工は力学的観点から低透水性の維持が困難な状況にあることを指摘し、遮水工の低透水性維持を目的とした排水工、ならびに補強工の導入必要性を説き、設計法の提案に関する学術的知見の不足を指摘するとともに、研究目的を提示している。さらに、具体的な研究項目として土層より流亡する土粒子量の予測、流亡土粒子により目詰まりした排水材の透水性予測、補強材による難透水層の不同沈下抑制をあげている。</p> <p>第2章では、土層から排水材に供給される土粒子量を予測するため、土粒子流亡特性を検討している。土粒子流亡特性は、各種土質を用いたカラム実験における流亡量の経時変化、及び層内の雨水浸透状況の対比により検討している。検討の結果、流亡量は経時的な変化により初期流亡と後期流亡の2種類に区分され、長期的な流亡量予測における後期流亡の必要性を説いている。また、土粒子流亡パターンは浸食量に応じて2種類存在し、それは浸潤前線の有無、及び層内含水率の均一化が原因であることを明らかにしている。さらに、初期流亡と後期流亡が、それぞれ土層の底面崩壊と内部浸食が原因であることを利用した流亡量予測法を提案し、実測値との比較により、その有効性を確認している。</p> <p>第3章では、土粒子流入による排水材透水性の変化を予測するため、実験により排水</p>			

材としての不織布の目詰まり特性を検討している。目詰まり量は懸濁液の水量と流速の影響を受けるが、その原因が土粒子のろ過ならびに流速依存のせん断力による土粒子移動であることを明らかにしている。これらの結果に、第2章で述べた流亡量予測を踏まえることにより、土層と排水材を連携させた目詰まり量予測法を提案し、土槽実験結果と対比した結果、予測値と実測値の整合性を概ね確認した。本予測法は、埋設排水材の長期透水性維持に関して、合理的な土層と排水材の組み合わせの検討を可能とするものである。

第4章では、補強材による難透水層の崩壊防止を図る目的で、不同沈下部での沈下量予測法を検討している。既往文献の精査により、不同沈下部より外側に位置する補強材アンカー部の垂直荷重分布が、既往予測法と実際とで異なることを指摘しながら、実際の垂直荷重分布を土槽実験より明らかにしている。次に、トンネル工学の分野で用いられる垂直荷重分布の予測式と補強材沈下予測式を連携させた提案式を構築し、得られた予測結果と土槽実験結果の対比により提案式の有用性を確認している。さらに、沈下量予測において、既往予測式と比較し提案式の補強材固定効果が明確となるのは、補強材と土の摩擦角が 30° 未満で、垂直圧力が 100 kN/m^2 以上であることを明らかにした。本章に示した不同沈下部における補強材の沈下量予測法に関する成果は、補強材による沈下抑制効果の適切な評価に寄与するものである。

第5章は、実設計における排水材透水性予測、ならびに補強材沈下量予測の手順を提案している。提案法を用いたケーススタディでは、排水材上の土層の流亡パターンが変化することにより50年後の透水係数が約10倍異なることを確認し、土層の材料選定が排水材透水性に与える影響の大きさを指摘している。また、補強工においては、材料の必要強度は提案法の適用により約5%の抑制が図れることを示し、アンカー部の垂直荷重分布の考慮が合理的な設計に繋がると結論づけている。

第6章は結論であり、論文を総括するとともに、今後解決されるべき課題を述べている。

(論文審査の結果の要旨)

廃棄物最終処分場は周辺環境へ与える影響が大きく、その回避のため、浸出水などの処分場外部への負荷の低減が求められる。環境配慮型と言われる覆蓋型処分場は景観も良好であることから導入例は増加しているが、一方で、覆蓋型処分場は長期的な降雨浸透抑制が要求されており、最終覆土部の遮水工のみがその機能を担う。しかし、遮水工の周辺状態は、基盤層の不同沈下や降雨の貯留が想定され、低透水性の維持が困難となることは否定できない。そこで本論文では、遮水工の低透水性を維持するために、その周囲に排水工と補強工を併用することを提案し、排水工については土層からの土粒子流亡量を考慮した検証実験と解析による考察をもとに、合理的な透水性予測手法を提案した。補強工については、不同沈下部周囲の垂直荷重分布を考慮した補強材沈下量予測に関する検討を土槽実証実験と解析により行い、垂直荷重分布の考慮の有無が補強材の必要強度に与える影響を議論している。得られた主な成果は以下のとおりである。

第一に、土層からの土粒子流亡特性に関する調査を室内実験で実施し、土粒子の流亡特性が、発生位置の差異や土層内における浸透水の状態の違いにより大きく変化することを明らかにした。また、土粒子流亡量は、初期流亡である土層の底面崩壊規模とその後の内部浸食について、理論式を用いての推定を可能としている。土粒子流亡量の少ない土質材料の選定を可能とした本検討手法は、排水材の目詰まり抑制に寄与するとともに、基礎的な土粒子流亡特性を明らかとした成果として学術的意義が高い。

第二に、排水材としての不織布における土粒子目詰まりに関する調査を室内実験で実施し、目詰まり特性が、不織布の水平方向開口部における濾過や、流下する水の流速に影響を受けていることを明らかとした。土層からの流亡土粒子量、粒径、浸透水量、不織布の開口径により目詰まり量推定法を提案し、土槽実験結果との対比により、その適用性を明確にしている。排水材の透水性予測に土層からの土粒子流亡量を考慮することは、これまでにない新しい考え方であり、埋設された排水材の目詰まり抑制の検討に寄与するもので、実務的意義が高い。

第三に、補強材による難透水層の崩壊防止に関する調査を土槽実験と数値解析により実施し、不同沈下部周辺の垂直圧力が分布を持ち、補強材の摩擦引き抜き抵抗に影響を与えていることを明らかとした。また、ゆるみ土圧の圧力再配分を考慮した沈下量予測式を提案し、土槽実験結果との対比により、その適用性を明確にしている。同じ荷重条件における沈下量は提案式で小さくなることから、本予測法は、処分場の遮水工の安全性と経済性の向上に寄与するものであり、社会的意義は高い。

以上の成果により、本論文は、覆蓋型廃棄物処分場の合理的な浸透水量抑制技術の普及に貢献することが期待され、社会的意義は高く、地球環境学の発展に大きく寄与した。よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年3月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降